



**Bibliographic Review on Scientific–Mathematical Literacy in
Basic Education from Integrated STEAM–STS Approaches**

**Revisión bibliográfica sobre alfabetización científico-
matemática en educación básica desde enfoques STEAM-
CTS integrados**

Para citar este trabajo:

Autores:

Verónica Mariana Piloso Anchundia

Programa de Maestría en Educación con mención en Innovaciones Pedagógicas, Universidad
Laica Eloy Alfaro de Manabí
Manta – Ecuador

veronicam.piloso@pg.ulead.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0005-5312-6832>

Esther Verónica Ordoñez Valencia

Programa de Maestría en Educación con mención en Innovaciones Pedagógicas, Universidad
Laica Eloy Alfaro de Manabí
Manta – Ecuador

esther.ordonez@uleam.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-8813-0368>



Autor de Correspondencia: Verónica Piloso, ejemplo@hotmail.com

RECIBIDO: 16-Febrero-2026

ACEPTADO: 17- Febrero-2026

PUBLICADO 30- Febrero-2026

Resumen

La alfabetización científico-matemática en educación básica constituye un eje formativo esencial para el desarrollo del pensamiento crítico y la comprensión de fenómenos en contextos complejos, particularmente desde enfoques integrados STEAM-CTS que articulan el conocimiento científico con su dimensión social y cultural. El objetivo general fue analizar las aportaciones, tendencias y enfoques de la literatura científica sobre la alfabetización científico-matemática en educación básica desde perspectivas STEAM-CTS. La metodología se basó en una revisión sistemática de la literatura, desarrollada en bases de datos académicas como Scopus, SciELO, Redalyc, Dialnet y Google Scholar, siguiendo el protocolo PRISMA. A partir de un proceso de identificación, depuración y elegibilidad, se seleccionaron 25 artículos científicos publicados entre 2020 y 2025, los cuales fueron analizados mediante matrices de extracción de información. Los resultados evidenciaron una convergencia conceptual hacia la alfabetización como competencia interdisciplinaria, con predominio de metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Proyectos, la indagación científica y el uso de recursos digitales. Asimismo, se identificaron efectos positivos en el razonamiento lógico-matemático, la motivación y la alfabetización científica. No obstante, persisten vacíos relacionados con la evaluación longitudinal, la formación docente y el desarrollo de modelos didácticos transferibles e inclusivos.

Palabras clave: alfabetización científica; educación STEAM; ciencia, tecnología y sociedad; educación básica; interdisciplinariedad educativa.

Abstract

Scientific-mathematical literacy in basic education constitutes an essential formative axis for the development of critical thinking and the understanding of phenomena in complex contexts, particularly from integrated STEAM-STs approaches that articulate scientific knowledge with its social and cultural dimensions. The general objective was to analyze the contributions, trends, and approaches reported in the scientific literature on scientific-mathematical literacy in basic education from STEAM-STs perspectives. The methodology was based on a systematic literature review conducted in academic databases such as Scopus, SciELO, Redalyc, Dialnet, and Google Scholar, following the PRISMA protocol. Through a process of identification, screening, and eligibility, 25 scientific articles published between 2020 and 2025 were selected and analyzed using information extraction matrices. The results revealed a conceptual convergence toward literacy as an interdisciplinary competence, with a predominance of active methodologies such as Project-Based Learning, scientific inquiry, and the use of digital resources. Likewise, positive effects were identified in logical-mathematical reasoning, motivation, and scientific literacy. However, gaps remain related to longitudinal evaluation, teacher training, and the development of transferable and inclusive didactic models.

Keywords: scientific literacy; STEAM education; science, technology and society; basic education; interdisciplinary education.



1. Introducción

La alfabetización científico-matemática en educación básica se ha revalorizado como un eje formativo para comprender fenómenos (Kutlu-Abu et al., 2024), modelar situaciones (Susanta et al., 2023) y tomar decisiones en contextos de alta circulación de información (García et al., 2022). En este horizonte, los enfoques integrados STEAM-CTS son relevantes porque articulan saberes y prácticas escolares (Greca et al., 2021), incorporando dimensiones sociales, éticas y ambientales. Así, la alfabetización deja de ser dominio de contenidos (López et al., 2020), por lo que se convierte en una competencia cultural para interpretar evidencias, argumentar y participar. Es decir, la escuela se posiciona como espacio de formación ciudadana informada y responsable.

La importancia del problema radica en que la matemática y la ciencia, cuando se enseñan de forma descontextualizada, tienden a percibirse como saberes “ajenos” a la vida cotidiana, debilitando la comprensión y la motivación. En contraste, como señala Acevedo et al. (2003), la educación CTS se ha reconocido como vía para una alfabetización integral al vincular ciencia, tecnología y sociedad con sentido democrático y ético. De manera complementaria, la perspectiva CTSA refuerza la contextualización curricular y la ciudadanía activa (Fernandes et al., 2014). Por ello, analizar la convergencia STEAM-CTS resulta pertinente para fortalecer aprendizajes significativos.

Sin embargo, persisten limitaciones conceptuales y metodológicas que justifican una revisión sistemática de la literatura. En primer lugar, como indican Perales y Aguilera (2020), STEM/STEAM ha sido descrito como una evolución parcial de CTS, con énfasis competencial y político-económico, pero con aportes epistemológicos aún discutibles. En segundo lugar, como detallan Pérez et al. (2024), se reporta que proyectos STEAM basados en aprendizaje por proyectos priorizan competencias transversales sobre prácticas científicas profundas, afectando la alfabetización crítica y la integración CTS. Además, los modelos teóricos de STEAM integrada muestran debilidades en fundamentos epistemológicos y psicológicos (Ortiz-Revilla et al., 2021).

En el panorama internacional, diversas investigaciones evidencian avances y tensiones en la implementación de enfoques integrados. Para García et al. (2022), la alfabetización científica con enfoque CTSA favorece pensamiento crítico, argumentación y decisiones informadas ante problemas socioambientales. No obstante, como refiere, Chrysochou et al. (2025), se advierte que la educación STEM tradicional puede priorizar agendas competitivas, relegando dimensiones sociopolíticas y éticas; por ello se propone recuperar el legado STS-STSE-SSI y articularlo con educación crítica y STEAM. En lo empírico, las estrategias activas incrementan motivación (Cigdemoglu, 2020), y fortalecen indagación (Prihatiningtyas et al., 2025).

En Latinoamérica, la evidencia muestra un crecimiento de experiencias STEAM/CTS, aunque con desigualdades de recursos y formación docente. La revisión sistemática de Arias et al. (2024) concluye que STEAM en educación básica favorece pensamiento crítico, creatividad y habilidades interdisciplinarias, pese a limitaciones estructurales. Asimismo, estudios focalizados en matemáticas reportan que STEAM mejora aprendizaje significativo, motivación y pensamiento analítico, con dependencia de capacitación docente y acceso a recursos (Guerra et al., 2025). Desde Costa Rica, la sistematización de modelos STEM/STEAM resalta implementaciones progresivas y articuladas al currículo para potenciar habilidades del siglo XXI (López et al., 2020).

En Ecuador, la pertinencia se refuerza por experiencias recientes que evidencian impacto en competencias y razonamiento, aunque con desafíos de sostenibilidad. En Quito, el enfoque E-STEM en contextos rurales fortaleció pensamiento crítico, conciencia socioambiental y formación ética, destacando el rol de la capacitación docente y el trabajo comunitario (Cuichán y Carrera, 2024). En Ambato, el modelo STEAM mejoró pensamiento lógico y resolución de problemas en educación básica (Cahuasquí-Anrango et al., 2024). En Guayaquil, la integración de pensamiento



computacional y STEAM fortaleció competencias matemáticas con diferencias significativas frente a metodologías tradicionales (Garnica y Ramos, 2023). Estos hallazgos sostienen la necesidad de sistematizar tendencias y vacíos.

Ante este escenario, se requiere identificar alternativas pedagógicas que articulen integración disciplinar, contextualización social y evidencia de impacto, sin reducir STEAM a un “collage” de actividades. La literatura sugiere rutas viables: para Winarni et al (2022), los proyectos PjBL-STEM con mejoras en alfabetización científica y actitudes ambientales; para Susanta et al. (2023) y Susanta et al. (2025), los módulos digitales STEAM-indagación con efectos en alfabetización matemática y brechas urbano-rurales; y, para Muchlas-Abrori et al. (2025), los recursos creativos para razonamiento socio-científico. En consecuencia, la pregunta que orientó la investigación fue: ¿qué aportaciones, tendencias y enfoques reporta la literatura científica sobre la alfabetización científico-matemática en educación básica desde perspectivas STEAM-CTS integradas?

El objetivo general fue analizar las aportaciones, tendencias y enfoques de la literatura científica sobre la alfabetización científico-matemática en educación básica desde perspectivas STEAM-CTS. Además, se plantearon como objetivos específicos: identificar los conceptos, modelos teóricos y marcos de referencia sobre alfabetización científico-matemática en la literatura actual; examinar cómo los enfoques STEAM y CTS se aplicaron en estudios recientes de educación matemática; sintetizar las evidencias empíricas sobre buenas prácticas y desafíos reportados en estudios internacionales; y, determinar vacíos de conocimiento y líneas de investigación emergentes relacionadas con la alfabetización científico-matemática en el nivel de educación básica. Así, el aporte del estudio radica en ofrecer una síntesis crítica y ordenada, que oriente futuras decisiones curriculares, la formación docente y la investigación futura basada en evidencia.

2. Metodología

La búsqueda bibliográfica se realizó en bases de datos académicas reconocidas por su impacto y cobertura en el ámbito educativo, incluyendo Redalyc, SciELO, Google Scholar, Dialnet y Scopus. A partir de esta búsqueda inicial se identificaron 8 249 registros, los cuales fueron sometidos a un proceso de depuración para eliminar duplicados y documentos no pertinentes. Posteriormente, se examinaron títulos y resúmenes considerando su relación directa con el objeto de estudio, lo que permitió delimitar un conjunto de estudios potencialmente relevantes.

Los criterios de elegibilidad se definieron previamente para asegurar la coherencia y pertinencia del corpus analizado. Se incluyeron investigaciones realizadas con estudiantes de Educación Básica Media, publicadas entre los años 2020 y 2025, y con enfoques metodológicos cuantitativos, cualitativos o mixtos. Asimismo, se consideraron únicamente estudios que evaluaran empíricamente el efecto de estrategias didácticas innovadoras en la alfabetización científico-matemática. Se excluyeron estudios correspondientes a otros niveles educativos, publicaciones previas a 2020, trabajos teóricos, monografías, tesis y revisiones sin evidencia empírica, conforme a lo establecido en la Tabla 1.

Tabla 1.

Criterios de elegibilidad de los estudios incluidos en la revisión sistemática

Categoría	Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Nivel educativo	Estudios realizados con estudiantes de Educación Básica Media (EBM).	Estudios desarrollados en niveles educativos diferentes a EBM.



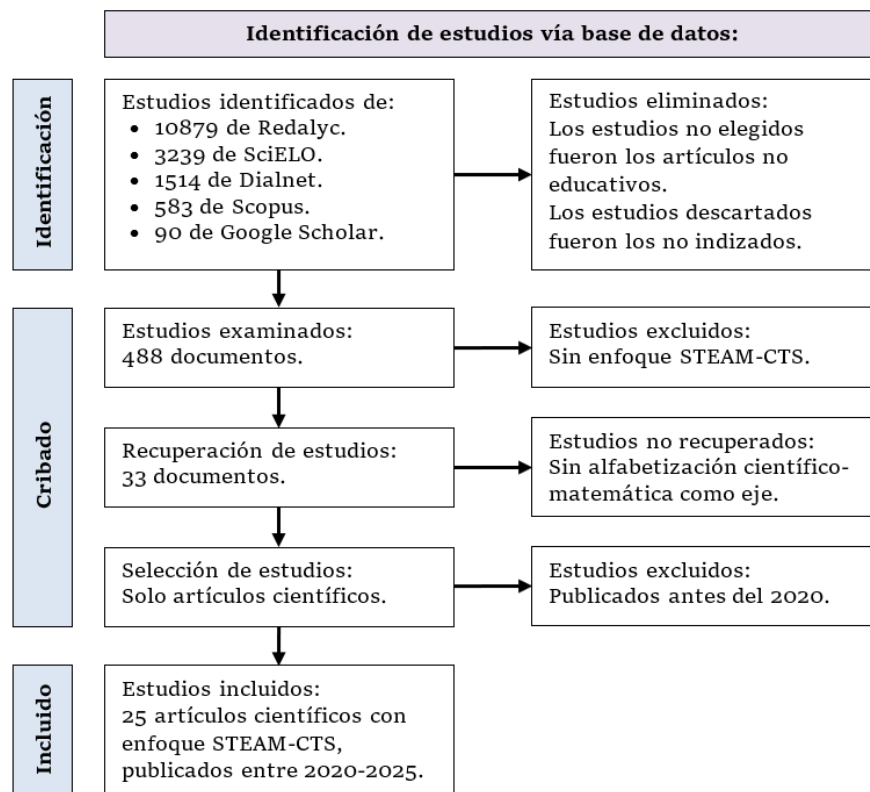
Período de publicación	Estudios publicados entre los años 2020 y 2025.	Estudios publicados antes del año 2020.
Tipo de estudio	Investigaciones empíricas con enfoques cuantitativos, cualitativos o mixtos.	Estudios teóricos, monografías, tesis académicas y revisiones de literatura.
Hallazgos	Estudios que reportan evidencia empírica o implementación educativa de estrategias didácticas innovadoras en el aprendizaje matemático.	Estudios sin evidencia empírica o sin implementación educativa documentada o sin evaluación del impacto de las estrategias didácticas.

Fuente: Elaboración propia.

El proceso de selección e inclusión permitió conformar un corpus final de 25 estudios que cumplieron integralmente los criterios definidos. El procedimiento se estructuró en las fases de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión, las cuales se representan de forma sintética en el diagrama de flujo PRISMA (Figura 1), asegurando una depuración progresiva de las fuentes consultadas. Los estudios incluidos fueron analizados mediante matrices de extracción de información, considerando enfoques teóricos, estrategias didácticas, contextos de aplicación, resultados y limitaciones reportadas.

Figura 1

Flujo PRISMA mediante el proceso de revisión sistemática de la literatura RSL



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, el análisis se orientó a identificar tendencias, buenas prácticas, vacíos de conocimiento y desafíos recurrentes en la literatura científica. De este modo, la metodología aplicada aseguró un análisis riguroso y fundamentado, coherente con los objetivos del estudio y con los estándares internacionales de revisión sistemática.



3. Resultados

La presente revisión sistemática inició con la identificación de los conceptos, modelos teóricos y marcos de referencia que sustentan la alfabetización científico-matemática en la literatura reciente. Los resultados, como se muestran en la tabla 2, evidenciaron una convergencia conceptual en torno a la alfabetización como competencia cultural y ciudadana, lo que supera los enfoques reducidos a la adquisición de contenidos. Predominaron marcos como la educación STEAM integrada, el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS), el Aprendizaje Basado en Proyectos, el Diseño de Ingeniería, el Diseño Universal de Aprendizaje y modelos de alfabetización científica crítica. Estos referentes se articularon con nociones de interdisciplinariedad, pensamiento crítico, resolución de problemas y participación social, configurando una base teórica sólida, aunque heterogénea en su operacionalización didáctica.

Tabla 2.

Datos científicos de los estudios sobre alfabetización científico-matemática en educación básica desde enfoques STEAM-CTS integrados

Autor(es) y Año	País	Publicación	Conceptos, modelos teóricos y marcos de referencia	Enfoque
Porro et al. (2020)	Argentina	Hacia una interpretación integral del Patrimonio en Quilmes desde la educación CTS	Educación CTS, educación patrimonial, pensamiento crítico, interdisciplinariedad, cuestiones socio científicas, construcción identitaria y participación ciudadana.	Cualitativo
Roters da Silva y Lorenzetti (2020)	Brasil	Alfabetización científica en los primeros años: indicadores destacados a través de una secuencia de enseñanza.	Alfabetización científica, indicadores de AC, secuencia didáctica, mapas conceptuales, enfoque CTSA, tres momentos pedagógicos.	Cualitativo
Greca et al. (2021)	España	Diseño y evaluación de una secuencia de enseñanza-aprendizaje STEAM para Educación Primaria	i-STEAM, investigación basada en diseño, competencias científicas.	Mixto
Ortiz-Revilla et al. (2021)	España	Efectos de una propuesta STEAM integrada en el desarrollo competencial del alumnado de Educación Primaria	STEAM integrada, desarrollo competencial, CTS.	Mixto
Saborio-Taylor & García (2021)	Costa Rica	Construyendo una STEAM-E-WEB (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics-English Web)	STEAM-E-WEB, aprendizaje basado en problemas, interdisciplinariedad, TIC.	Mixto
Villalba y Robles (2021)	España	“Del árbol al cuadro”: Un proyecto didáctico STEAM para Educación Primaria	STEAM interdisciplinar, educación ambiental, creatividad.	Cualitativo



Yépez et al. (2021)	Ecuador	Aplicación basada en la metodología STEAM: Un juego interactivo	STEAM, robótica educativa, aprendizaje lúdico.	Cuantitativo
García et al. (2022)	España	Alfabetización científica, C-T-S-A y pensamiento crítico. Conceptualización y aplicaciones en el ámbito educativo	CTS – Artes, pensamiento crítico, toma de decisiones socioambientales.	Cualitativo
Silva-Hormazábal et al. (2022)	España	Integrando matemáticas y ciencias: una actividad STEAM en Educación Primaria	Educación STEAM integrada, aprendizaje situado, interdisciplinariedad, competencias para el desarrollo sostenible, pensamiento crítico.	Cualitativo
Winarni et al. (2022)	Indonesia / Malasia	Integración del Aprendizaje Basado en Proyectos (PjBL) y el enfoque STEM para el desarrollo de la alfabetización científica y la actitud ambiental en Educación Primaria	PjBL-STEM, alfabetización científica, actitudes ambientales.	Cuantitativo
Angamarca et al. (2023)	Ecuador	Metodología STEAM como herramienta para mejorar el pensamiento lógico y matemático en estudiantes del séptimo año EGB de la UECIB “Suscal”	STEAM-Scratch, razonamiento lógico-matemático.	Cuantitativo
Garnica y Ramos (2023)	Ecuador	Pensamiento computacional y enfoque STEAM como estrategia para fortalecer las competencias en matemáticas	STEAM, pensamiento computacional, competencias matemáticas.	Cuantitativo
Michuy et al. (2023)	Ecuador	Aprendizaje Basado en Proyectos, enfoque STEAM, competencias del siglo XXI, pensamiento crítico, interdisciplinariedad, transformación educativa sistémica.	Enfoque STEAM, aprendizaje interdisciplinario, Aprendizaje Basado en Proyectos, motivación académica, competencias científicas, pensamiento crítico y creativo.	Cuantitativo
Susanta et al. (2023)	Indonesia	Habilidades de alfabetización matemática en estudiantes de Educación Primaria: un estudio comparativo entre el aprendizaje STEM interactivo y el aprendizaje STEM con lápiz y papel	STEM interactivo, alfabetización matemática, recursos digitales.	Cuantitativo
Barragán et al. (2024)	Ecuador	El uso de juegos educativos para el desarrollo de competencias STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) en educación básica	Educación STEM, aprendizaje experiencial, gamificación educativa, motivación estudiantil, desarrollo de competencias del siglo XXI.	Cualitativo



Cahuasquí-Anrango et al. (2024)	Ecuador	El modelo educativo STEAM para el desarrollo del pensamiento lógico en los estudiantes de educación básica	STEAM, razonamiento lógico, resolución de problemas.	Cuantitativo
Cuichán y Carrera (2024)	Ecuador	Enfoque STEM en la educación y formación docente en el Distrito Noroccidente de la Mancomunidad del Chocó Andino	E-STEM, formación docente, contexto comunitario.	Cualitativo
Moreno y García-Terceño (2024)	España	Educación inclusiva: propuesta didáctica STEAM integrada para alumnado de Educación Primaria centrada en el aprendizaje de las figuras planas	Educación STEAM integrada, educación inclusiva, Diseño Universal de Aprendizaje, interdisciplinariedad, modelo reticular de Laudan.	Cualitativo
Ortiz-Carranza et al. (2024)	Ecuador	Metodología STEAM. Aplicaciones en la educación básica	Metodología STEAM, enfoque interdisciplinar y transdisciplinar, aprendizaje activo, desarrollo de competencias, resolución de problemas reales.	Mixto
Pérez et al. (2024)	España	Evaluación de los diseños instruccionales del Aprendizaje Basado en Proyectos STEAM (STEAM-PBL) desde la perspectiva de las prácticas STEM	STEAM-PBL, prácticas STEM, alfabetización científica.	Mixto
Ferrada y Kroff (2025)	Chile	Motivaciones y Percepciones de Estudiantes de Escuelas Insulares en Chile sobre la Educación STEAM	STEAM contextualizado, género, motivación estudiantil.	Mixto
Manotoa et al. (2025)	Ecuador	Aprendizaje basado en proyectos con enfoque STEAM: innovación pedagógica para el desarrollo de competencias del siglo XXI en la educación general básica	Aprendizaje Basado en Proyectos, enfoque STEAM, competencias del siglo XXI, pensamiento crítico, interdisciplinariedad, transformación educativa sistémica.	Mixto
Muchlas-Abrori et al. (2025)	Austria	Fortalecimiento del razonamiento socio – científico en estudiantes de Educación Primaria mediante cómics educativos: una exploración integral en diversos dominios del conocimiento	Razonamiento socio-científico, cómics educativos, CTS.	Mixto
Solórzano et al. (2025)	Ecuador	Proyectos STEAM como estrategia curricular para la transformación de la enseñanza de las matemáticas	Educación STEAM integrada, aprendizaje basado en proyectos, pedagogía activa, motivación académica,	Cuantitativo



pensamiento crítico y
aprendizaje
interdisciplinario.

Susanta et al. (2025)	Indonesia	Habilidades de alfabetización a partir del uso de módulos digitales de aprendizaje por indagación STEAM: estudio comparativo entre escuelas primarias urbanas y rurales de Indonesia	STEAM-indagación, alfabetización matemática, brecha urbano-rural.	Cuantitativo
--------------------------	-----------	--	---	--------------

Fuente: Elaboración bajo el flujo PRISMA.

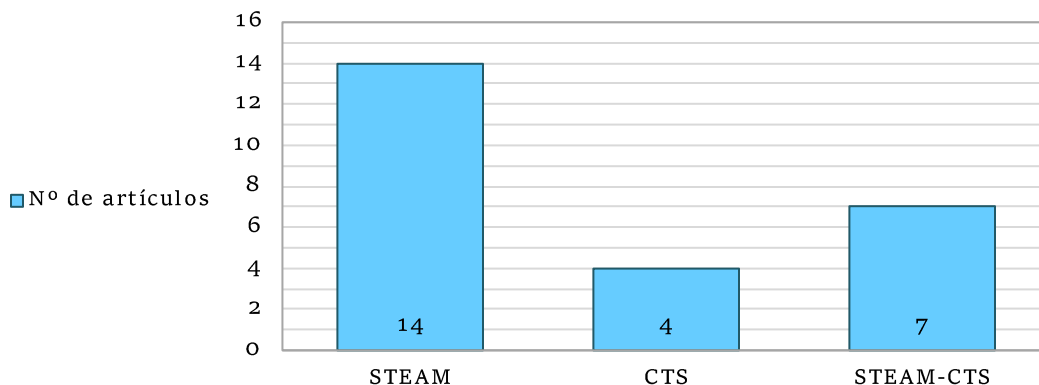
Por otro lado, se evidenció una alta concentración de investigaciones en Ecuador y España. La distribución por países fue: Ecuador 10 estudios (40.00%); España 7 (28.00%); Indonesia 2 (8.00%); y, en Indonesia / Malasia (binacional), Argentina, Brasil, Costa Rica, Chile y Austria 1 estudio por cada país (4.00%). Se confirmó el fuerte interés regional por los enfoques STEAM-CTS en Educación Básica, mientras que Asia y Europa Central presentaron una presencia aún incipiente, configurándose como contextos con potencial para estudios comparativos futuros.

Con respecto a los enfoques STEAM y CTS, los resultados mostraron un uso creciente de propuestas integradas en Educación Básica, especialmente en España, Indonesia, Ecuador y en otros países latinoamericanos. Como se observa en la Tabla 2, el enfoque de investigación cuantitativo se usó en 9 estudios (36.00%), el de tipo cualitativo en 8 (32.00%) y mixto en 8 (32.00%). Las perspectivas STEAM-CTS se implementaron mayoritariamente con metodologías activas, como Aprendizaje Basado en Proyectos, indagación científica, robótica educativa, recursos digitales interactivos y propuestas contextualizadas a problemas socioambientales.

La evidencia empírica mostró efectos positivos en la motivación estudiantil, el razonamiento lógico-matemático, la alfabetización científica y la actitud ambiental, especialmente cuando se aplicaron metodologías activas, problemas contextualizados y enfoques STEAM-CTS integrados. No obstante, se identificaron limitaciones metodológicas, con predominio de estudios cuantitativos y mixtos de corto plazo, escasa triangulación cualitativa y poca presencia de diseños longitudinales. Se evidenció que esto restringe la evaluación del impacto sostenido y la comparabilidad de los resultados entre investigaciones.

Figura 2.

Aplicación de los enfoques STEAM y CTS en estudios recientes de educación matemática



Fuente: Elaboración bajo el flujo PRISMA.

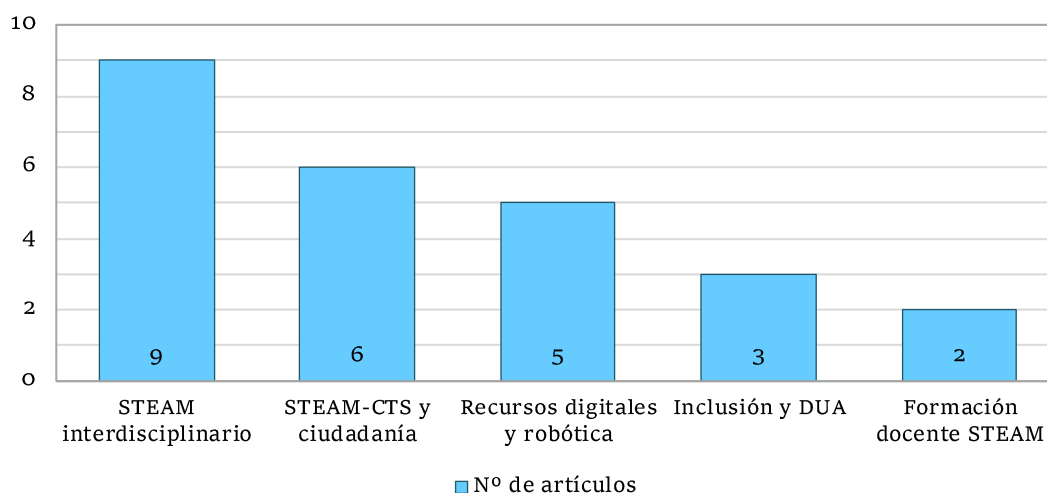


En la figura 2 se observó un predominio del enfoque STEAM, con 14 estudios (56.00%), lo que confirmó su uso extendido como marco integrador en la educación matemática en el nivel de Educación Básica. En segundo lugar, el enfoque STEAM-CTS integrado apareció en 7 estudios (28.00%), lo que registró una tendencia emergente hacia la contextualización socio-científica. Por último, el enfoque CTS exclusivo se identificó en 4 estudios (16.00%), con una asociación general a la educación patrimonial, el razonamiento socio-científico y la formación ciudadana.

En cuanto a la determinación de los vacíos de conocimiento y líneas de investigación emergentes, se realizó una síntesis con base en la tabla 2. Los resultados revelaron que, si bien las investigaciones reportan buenas prácticas asociadas a la integración curricular y a la contextualización socio científica, persisten desafíos relevantes. Se destacó la limitada evaluación del impacto a largo plazo, la escasa sistematización de procesos formativos docentes y la falta de modelos didácticos transferibles entre contextos. Asimismo, se identificaron vacíos relevantes en estudios comparativos entre contextos educativos, investigaciones con enfoque inclusivo y análisis que articulan de manera explícita la alfabetización científico-matemática con la formación ciudadana crítica.

Figura 3.

Líneas de investigación emergentes en la literatura científica (2020 - 2025)



Fuente: Elaboración bajo el flujo PRISMA.

Finalmente, en la figura 3, la principal línea de investigación fue la metodología STEAM con enfoque interdisciplinario, con 9 estudios (36.00%), seguido de la perspectiva STEAM-CTS con enfoque en el desarrollo de la ciudadanía, con 6 estudios (24.00%). La literatura revisada evidencia una escasa atención a poblaciones diversas y a contextos socioculturales específicos. Estas brechas abren líneas emergentes de investigación orientadas al desarrollo de enfoques STEAM-CTS interdisciplinarios, inclusivos y culturalmente situados, que fortalezcan la participación, la equidad y la toma de decisiones informadas en la educación básica.

4. Discusión

A partir de los resultados, se confirmó que la alfabetización científico-matemática en educación básica evoluciona desde una visión centrada en la transmisión de contenidos hacia una perspectiva competencial, crítica e interdisciplinaria. Esto guarda coherencia con lo señalado por



García et al. (2022), quienes sostienen que la alfabetización científica implica la capacidad de argumentar, analizar evidencias y tomar decisiones informadas en contextos socioambientales complejos. Esta convergencia conceptual reafirmó que los enfoques STEAM-CTS constituyen un marco pertinente para integrar el conocimiento científico y matemático con la formación ciudadana. Así, como anticiparon Acevedo et al. (2003) y Fernandes et al. (2014), se destaca el valor del enfoque CTS en la construcción de una educación científicamente informada y socialmente responsable.

En el plano pedagógico, la evidencia empírica analizada demostró que las metodologías activas, particularmente el Aprendizaje Basado en Proyectos, la indagación científica y el uso de recursos digitales, favorecen el desarrollo del razonamiento lógico-matemático, la motivación y la alfabetización científica. Esto coincidió con los hallazgos reportados por Winarni et al. (2022), quienes evidenciaron mejoras significativas en la alfabetización científica y la actitud ambiental mediante la integración PjBL-STEM. Asimismo, los resultados fueron consistentes con los estudios de Susanta et al. (2025), que demostraron que los entornos interactivos STEAM fortalecen la alfabetización matemática, especialmente cuando se articulan con estrategias de indagación y recursos digitales contextualizados.

Desde una perspectiva regional, los resultados confirmaron que América Latina, particularmente Ecuador, se constituye como un escenario relevante para la implementación de enfoques STEAM integrados. Investigaciones como las de Garnica y Ramos (2023), Cahuasquí-Anrango et al. (2024) y Cuichán y Carrera (2024) evidenciaron mejoras en el pensamiento lógico, la resolución de problemas y la conciencia socioambiental, lo cual coincide con los hallazgos de la presente revisión, que identifican efectos positivos en la alfabetización científico-matemática y el desarrollo de competencias del siglo XXI. Esta coincidencia sugiere que los enfoques STEAM-CTS poseen consistencia teórica y viabilidad empírica en contextos educativos diversos.

No obstante, los resultados también corroboraron las tensiones epistemológicas previamente señaladas en la literatura. En particular, Perales y Aguilera (2020) advierten que el enfoque STEM/STEAM ha sido interpretado en ocasiones desde una perspectiva instrumental, con énfasis en competencias técnicas, lo que puede limitar su potencial crítico y socio-científico. Esta observación se reforzó por Pérez et al. (2024), quienes identificaron que los diseños instruccionales STEAM-PBL no siempre promueven prácticas científicas profundas, lo que coincide con los hallazgos de la presente revisión. Así, se evidenció una limitada integración explícita de los fundamentos CTS en varias propuestas educativas.

Asimismo, los resultados señalaron la necesidad de fortalecer la dimensión socio-crítica de la alfabetización científico-matemática. En este sentido, Chrysochou et al. (2025) sostuvieron que la educación STEM debe recuperar los principios del enfoque STS-STSE-SSI para la integración de las dimensiones éticas, sociales y políticas del conocimiento científico. Esta perspectiva resultó coherente con los hallazgos de la presente revisión, que evidenciaron que los enfoques STEAM-CTS integrados favorecen el desarrollo del razonamiento socio-científico. Así, lo demostraron Muchlas-Abrori et al. (2025), quienes reportaron mejoras en la capacidad de los estudiantes para analizar problemas complejos mediante recursos educativos contextualizados.

En el plano metodológico, se identificaron limitaciones que coinciden con las observaciones de Ortiz-Revilla et al. (2021), quienes señalaron la necesidad de fortalecer los fundamentos epistemológicos y psicológicos de las propuestas STEAM integradas. También, se evidenció una escasa presencia de estudios longitudinales, lo que limitó la evaluación del impacto sostenido de estas metodologías en el desarrollo de la alfabetización científico-matemática. Asimismo, la limitada sistematización de los procesos de formación docente coincidió con lo señalado por López



et al. (2020), quienes enfatizaron que la implementación efectiva del enfoque STEAM depende de la preparación pedagógica y didáctica del profesorado.

En síntesis, se confirmó que los enfoques STEAM-CTS representan una vía viable para el fortalecimiento la alfabetización científico-matemática en educación básica, desde el conocimiento disciplinar con el análisis crítico de la realidad. Sin embargo, también se evidenció la necesidad de consolidar sus fundamentos epistemológicos, fortalecer la formación docente y desarrollar investigaciones longitudinales que permitan evaluar su impacto a largo plazo.

5. Conclusión

La revisión sistemática evidenció que la alfabetización científico-matemática, desde enfoques STEAM-CTS integrados, es un eje en el desarrollo de competencias cognitivas, críticas y ciudadanas en la educación básica. Así, la articulación interdisciplinaria y el aprendizaje contextualizado fortalecen el razonamiento lógico y la alfabetización científica en los estudiantes. Asimismo, se identificó que el uso de metodologías activas contribuye a la comprensión e interpretación crítica de fenómenos complejos desde lo social y cultural.

La sistematización crítica de los marcos teóricos, metodológicos y empíricos, que sustentan la alfabetización científico-matemática, permitió comprender la evolución conceptual de los enfoques STEAM-CTS y sus implicaciones pedagógicas. En este sentido, el estudio evidenció un fortalecimiento del aprendizaje disciplinar y la promoción del pensamiento crítico y la resolución de problemas y la participación social. Además, se registró que estos enfoques pertenecen a un paradigma educativo contemporáneo.

Se destacó una identificación tendencias emergentes, buenas prácticas y vacíos de conocimiento relevantes en el marco de las innovaciones pedagógicas. No obstante, se reconocen limitaciones asociadas a la disponibilidad de estudios longitudinales, la heterogeneidad metodológica y la concentración geográfica de las investigaciones, que restringe la generalización a contextos educativos diversos. Los resultados sugieren la necesidad de fortalecer la formación docente en enfoques STEAM-CTS, desde la interdisciplinariedad y la integración de problemas socio-científicos en el currículo escolar.

Finalmente, el estudio apertura nuevas líneas de investigación orientadas a la evaluación del impacto longitudinal de los enfoques STEAM-CTS, su aplicación intercultural y el desarrollo de modelos pedagógicos transferibles. Esto a partir de la integración de la alfabetización científico-matemática con la formación ciudadana crítica. En este sentido, se concibió a la alfabetización científico-matemática como objetivo educativo y condición esencial para la formación académica y la transformación social desde la complejidad educativa y el conocimiento.

Referencias Bibliográficas

- Acevedo, J., Vázquez, Á., & Manassero, M. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(2), 80-11.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1253788>
- Angamarca, E., Flores, C., Flores, C., & Pinos, L. (2023). Metodología STEAM como herramienta para mejorar el pensamiento lógico y matemático en estudiantes del séptimo año EGB de la UECIB "Suscal". *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 7(49), 46-61. <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/16172>



- Arias, W., Mejía, M., Carranza, S., & Alvarado, H. (2024). Educación STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) en la educación básica: integración curricular y efectividad, una revisión desde la literatura. *Polo del Conocimiento*, 9(2), 2026-2045. <https://doi.org/10.23857/pc.v9i2.6651>
- Barragán, J., Alvarado, V., Montaña, J., & Suquitana, T. (2024). El uso de juegos educativos para el desarrollo de competencias STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) en educación básica. *Polo del Conocimiento*, 9(11), 215-224. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/8270/html>
- Cahuasquí-Anrango, J., Balladares-Ortiz, M., Jurado-Bastidas, P., & Escobar-Vargas, E. (2024). El modelo educativo steam para el desarrollo del pensamiento lógico en los estudiantes de educación básica. *RICEd: Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 2(3), 1-13. <https://doi.org/10.53877/riced2.3-11>
- Chrysochou, T., Katsiampoura, G., & Kostas, C. (2025). From STS to STEM: rethinking STEM education. *Discover Education*, 4(381), 1-17. <https://doi.org/10.1007/s44217-025-00784-0>
- Cigdemoglu, C. (2020). Flipping the Use of Science, Technology, and Society Issues as Triggering Students' Motivation and Chemical Literacy. *Science education International*, 31(1), 74-83. <https://doi.org/10.33828/sei.v31.i1.8>
- Cuichán, L., & Carrera, O. (2024). Enfoque STEM en la educación y formación docente en el Distrito Noroccidente de la Mancomunidad del Chocó Andino. *Mamakuna: Revista De divulgación De Experiencias pedagógicas*(23), 48-62. <https://doi.org/10.70141/mamakuna.23.946>
- Fernandes, I., Pires, D., & Villamañán, R. (2014). Educación Científica con enfoque Ciencia-TecnologíaSociedad-Ambiente. Construcción de un Instrumento de Análisis de las Directrices Curriculares. *Formación universitaria*, 7(5), 23-32. <https://doi.org/10.4067/So718-50062014000500004>
- Ferrada, C., & Kroff, F. (2025). Motivaciones y Percepciones de Estudiantes de Escuelas Insulares en Chile sobre la Educación STEAM. *Revista De investigación, formación Y Desarrollo: Generando Productividad Institucional*, 13(1), 55-69. <https://doi.org/10.34070/rif/.v13.i1.2025.405.55-69>
- García, B., Paños, E., & Ruiz-Gallardo, J. (2022). Alfabetización científica, C-T-S-A y pensamiento crítico. Conceptualización y aplicaciones en el ámbito educativo. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 6(2), 17-31. <https://doi.org/10.17979/arec.2022.6.2.9046>
- Garnica, A., & Ramos, D. (2023). Pensamiento computacional y enfoque STEAM como estrategia para fortalecer las competencias en matemáticas. *Revista Científica Ciencia y Tecnología*, 23(39), 16-31. <https://doi.org/10.47189/rcct.v23i39.595>
- Greca, I., Ortiz-Revilla, J., & Arriassecq, I. (2021). Diseño y evaluación de una secuencia de enseñanza-aprendizaje STEAM para Educación Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), e1802. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1802
- Guerra, M., Marcillo, N., Bohórquez, A., & Vines, L. (2025). Aplicación del enfoque STEAM en la enseñanza de matemáticas en Educación Básica. *Revista Científica De Innovación Educativa Y Sociedad Actual "ALCON"*, 5(4), 631-641. <https://doi.org/10.62305/alcon.v5i4.792>
- Kutlu-Abu, N., Bozgün, K., & Uluçınar-Sağır, Ş. (2024). Studies on scientific literacy in primary education: A bibliometric and content analyses. *Hungarian Educational Research Journal*, 14(2), 158-183. <https://doi.org/10.1556/063.2023.00220>
- López, M., Córdoba, C., & Soto, J. (2020). Educación STEM/STEAM: Modelos de implementación, estrategias didácticas y ambientes de aprendizaje que potencian las habilidades para el



- siglo XXI. *Latin American Journal of Science Education*, 7, e12002.
https://www.lajse.org/may20/2020_12002.pdf
- Manotoa, M., Samaniego, M., Espín, V., Muquínche, A., & Toala, E. (2025). Aprendizaje basado en proyectos con enfoque STEAM: innovación pedagógica para el desarrollo de competencias del siglo XXI en la educación general básica. *ASCE MAGAZINE*, 4(4), 245-276. <https://doi.org/10.70577/ASCE/245.276/2025>
- Michuy, M., Molina, A., Peña, P., & Vistin, J. (2023). Aprendizaje Basado en Proyectos, enfoque STEAM, competencias del siglo XXI, pensamiento crítico, interdisciplinariedad, transformación educativa sistémica. *Prometeo Conocimiento Científico*, 3(2), e51. <https://doi.org/10.55204/pcc.v3i2.e51>
- Moreno, A., & García-Terceño, E. (2024). Educación inclusiva: propuesta didáctica STEAM integrada para alumnado de Educación Primaria centrada en el aprendizaje de las figuras planas. *Educación matemática*, 36(3), 274-299. <https://doi.org/10.24844/EM3603.10>
- Muchlas-Abrori, L., Lavicza, Z., & Anđić, B. (2025). Enhancing socio-scientific reasoning of elementary schoolstudents through educational comics: a comprehensive exploration across diverse domain of knowledge. *Education 3-13*, 53(8), 1299-1320. <https://doi.org/10.1080/03004279.2023.2266457>
- Ortiz-Carranza, G., Ortiz-Barre, J., Trejo-Márquez, G., & Martínez-Satizabal, E. (2024). Metodología STEAM. Aplicaciones en la educación básica. 593 *Digital Publisher CEIT*, 9(3), 1154-1166. <https://doi.org/10.33386/593dp.2024.3.2501>
- Ortiz-Revilla, J., Greca, I., & Meneses-Villagrà, J. (2021). Efectos de una propuesta STEAM integrada en el desarrollo competencial del alumnado de Educación Primaria. *Journal for the Study of Education and Development: Infancia y Aprendizaje*, 44(4), 838-870. <https://doi.org/10.1080/02103702.2021.1925473>
- Perales, F., & Aguilera, D. (2020). Ciencia-Tecnología-Sociedad vs. STEM: ¿evolución, revolución o disyunción? *Ápice. Revista de Educación Científica*, 4(1), 1-15. <https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.1.5826>
- Pérez, M., Couso, D., & Marquez, C. (2024). Evaluation of STEAM Project-Based Learning (STEAM PBL) Instructional Designs from the STEM Practices Perspective. *Education Sciences*, 14(1), e53. <https://doi.org/10.3390/educsci14010053>
- Porro, S., Lampert, D., Praconovo, Y., & Vázquez, F. (2020). Hacia una interpretación integral del Patrimonio en Quilmes desde la educación CTS. *Divulgatio. Perfiles académicos de Posgrado*, 5(13), 212-231. <https://doi.org/10.48160/25913530di13.155>
- Prihatiningtyas, S., Shofiyah, N., Yunus, S., Baroroh, I., & Angga, I. (2025). Enhancing science literacy through flipbook-based STEM Qur'an e-modules: a case study in Islamic boarding schools. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12(841), 1-12. <https://doi.org/10.1057/s41599-025-05054-w>
- Roters da Silva, V., & Lorenzetti, L. (2020). A alfabetização científica nos anos iniciais: os indicadores evidenciados por meio de uma sequência didática. *Educação e Pesquisa*, 46, e222995. <https://doi.org/10.1590/S1678-4634202046222995>
- Saborio-Taylor, S., & García, M. (2021). Construyendo una STEAM-E-WEB (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics-English Web). *Revista Innovaciones Educativas*, 23(especial 1), 133-146. <https://doi.org/10.22458/ie.v23iespecial.3502>
- Silva-Hormazábal, M., Rodrigues-Silva, J., Alsina, Á., & Salgado, M. (2022). Integrando matemáticas y ciencias: una actividad STEAM en Educación Primaria. *UNIÓN - REVISTA IBEROAMERICANA DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA*, 18(66). <https://revistaunion.org/index.php/UNION/article/view/1412>



- Solórzano, C., Casillas, N., Gualoto, M., & Cabrera, C. (2025). Proyectos STEAM como estrategia curricular para la transformación de la enseñanza de las matemáticas. *Polo del Conocimiento*, 10(11), 31-45. <https://doi.org/10.23857/pc.v10i11.10626>
- Susanta, A., Susanto, E., Rusnilawati, R., Sumardi, H., & Rahaimah, S. (2025). Literacy skills through the use of digital STEAM-inquiry learning modules: A comparative study of urban and rural elementary schools in Indonesia. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(4), em2615. <https://doi.org/10.29333/ejmste/16170>
- Susanta, A., Susanto, E., Stiadi, E., & Rusnilawati, R. (2023). Mathematical Literacy Skills for Elementary School Students: A Comparative Study Between Interactive STEM Learning and Paper-and-Pencil STEM Learning. *European Journal of Educational Research*, 12(4), 1569-1582. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.12.4.1569>
- Villalba, J., & Robles, F. (2021). “Del árbol al cuadro”: Un proyecto didáctico STEAM para Educación Primaria. *Educación*, 30(59), 275-293. <https://doi.org/10.18800/educacion.202102.014>
- Winarni, E., Karpudewan, M., Karyadi, B., & Gumono, G. (2022). Integrated PjBL-STEM in Scientific Literacy and Environment Attitude for Elementary School. *Asian Journal of Education and Training*, 8(2), 43-50. <https://doi.org/10.20448/edu.v8i2.3873>
- Yépez, F., Simisterra, J., & Yépez, H. (2021). Aplicación basada en la metodología STEAM: Un juego interactivo. *INNOVATION & DEVELOPMENT IN ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES*, 3(2). <https://doi.org/10.53358/ideas.v3i2.623>

Conflicto de Intereses: Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses relacionados con este estudio y que todos los procedimientos seguidos cumplen con los estándares éticos establecidos por la revista. Asimismo, confirman que este trabajo es inédito y no ha sido publicado, ni parcial ni totalmente, en ninguna otra publicación.